

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-298655
 (43)Date of publication of application : 17.10.2003

(51)Int.CI.
 H04L 12/56
 G06F 11/34
 G06F 13/00
 G06F 15/00

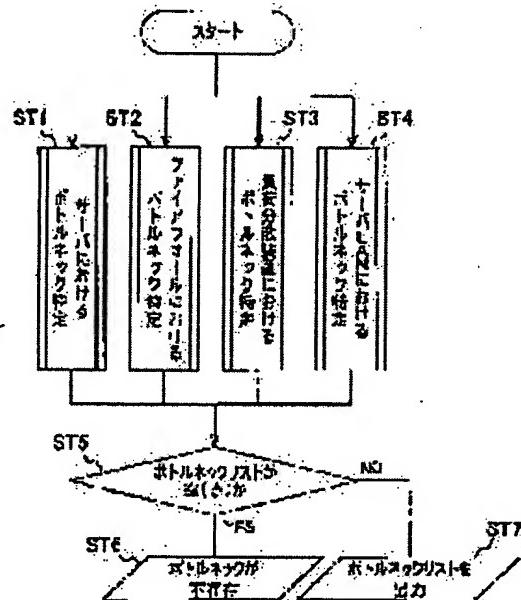
(21)Application number : 2002-103695
 (22)Date of filing : 05.04.2002
 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
 (72)Inventor : TOKUHISA MASAKI
 CHIBA YOSHIYUKI
 KAWAMURA YOSHINORI
 NOGAMI SHINYA

(54) METHOD FOR IDENTIFYING BOTTLENECK IN SITE AREA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for efficiently identifying a bottleneck in a plurality of network elements present in a site area.

SOLUTION: In any one of computers installed in an end-to-server site area (2a) of the internet (1); the method includes the steps of log information collection processing (ST1 to ST4) which collects long information to be used for determining processing capabilities of the network elements, bottleneck determination processing (ST1 to ST4) which determines whether each of the network elements forms a bottleneck based on the log information of each network element, and bottleneck list output processing (ST7) which outputs a bottleneck list with individual identifiers of the network elements when there are one or more network elements forming a bottleneck in the network elements (ST5; NO).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-298655

(P2003-298655A)

(43)公開日 平成15年10月17日 (2003.10.17)

(51)Int.Cl.*	識別記号	F I	マーク*(参考)
H 04 L 12/56	4 0 0	H 04 L 12/56	4 0 0 Z 5 B 0 4 2
G 06 F 11/34		G 06 F 11/34	S 5 B 0 8 5
13/00	3 5 1	13/00	3 5 1 N 5 B 0 8 9
15/00	3 2 0	15/00	3 2 0 A 5 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2002-103695(P2002-103695)

(22)出願日 平成14年4月5日(2002.4.5)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 鶴久 正樹

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 千葉 芳之

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100071113

弁理士 菅 隆彦

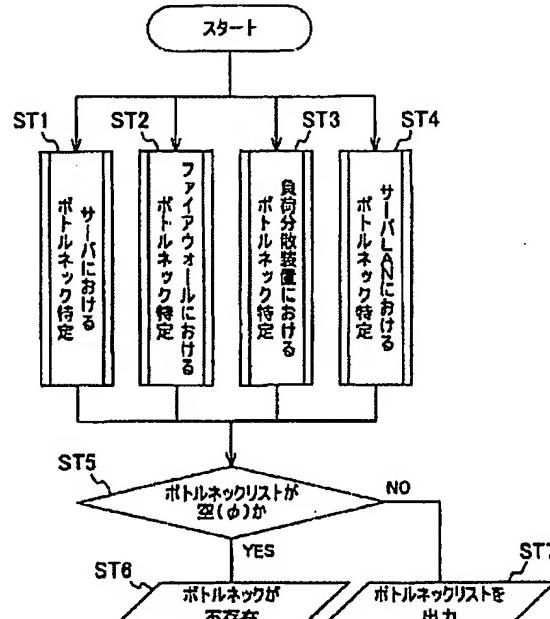
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 サイト領域内ボトルネック特定方法

(57)【要約】

【課題】サイト領域に存在する複数のネットワーク要素におけるボトルネックを効率良く特定することの可能なサイト領域内ボトルネック特定方法の提供。

【解決手段】インターネット(1)のエンド・トゥ・サーバにおけるサイト領域(2a)に設置された任意のコンピュータにおいて、各ネットワーク要素の処理能力の判定に供し得るログ情報を収集するログ情報収集処理(ST1～ST4)と、各ネットワーク要素のログ情報に基づいて、当該各ネットワーク要素がボトルネックを構成するか否かをそれぞれ判定するボトルネック判定処理(ST1～ST4)と、各ネットワーク要素中にボトルネックを構成する1以上のネットワーク要素が存在した場合(ST5;NO)に、当該ネットワーク要素の個体識別子を記載してなるボトルネックリストを出力するボトルネックリスト出力処理(ST7)とを順次実行する特徴。



2

- 【特許請求の範囲】
- 【請求項1】インターネットのエンド・トゥ・サーバにおけるサイト領域に設置された任意のコンピュータにより、当該サイト領域に存在する複数のネットワーク要素がボトルネックを構成するか否かを特定するためのサイト領域内ボトルネック特定方法であって、
 前記コンピュータにおいて、
 前記複数のネットワーク要素から、各ネットワーク要素の処理能力の判定に供し得るログ情報を所定時間に亘ってそれぞれ収集するログ情報収集処理と、
 その収集した前記各ネットワーク要素の前記ログ情報に基づいて、当該各ネットワーク要素が前記ボトルネックを構成するか否かをそれぞれ判定するボトルネック判定処理と、
 この判定の結果、前記各ネットワーク要素中に前記ボトルネックを構成する1以上のネットワーク要素が存在した場合に、当該ネットワーク要素の個体識別子を記載してなるボトルネックリストを出力するボトルネックリスト出力処理と、を順次実行する。
 ことを特徴とするサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項2】前記ボトルネック判定処理は、
 所要の前記ボトルネックの判定に際し、
 前記各ネットワーク要素毎の前記ログ情報と、前記コンピュータ内に当該ログ情報と対応して予め設定された判定閾値とを比較する。
 ことを特徴とする請求項1に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項3】前記複数のネットワーク要素は、
 その1つの要素として、1以上からなるサーバを含んで構成され、
 前記ログ情報収集処理は、
 所要の前記ログ情報として、当該1以上のサーバにおける利用可能RAMメモリ残量、NIC使用総帯域、CPU使用率、HDDデータ読み込み速度、接続待ちクライアント数、及び秒間累積発生エラー数のうち1以上を収集し、
 前記コンピュータは、
 前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記1以上のログ情報中において前記ボトルネックの判定基準とすべき单一のログ情報を前記判定閾値と比較した結果、当該单一のログ情報が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、
 該当する特定のサーバの個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネックサーバ記載処理、を実行する。
 ことを特徴とする請求項2に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項4】前記ログ情報収集処理は、
 前記1以上のサーバに関する前記1以上のログ情報の収集に際し、
 前記コンピュータ内に設定されたパフォーマンスマニア用いる、
 ことを特徴とする請求項3に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項5】前記複数のネットワーク要素は、
 その1つの要素として、1以上からなるファイアウォールを含んで構成され、
 前記ログ情報収集処理は、
 所要の前記ログ情報として、当該1以上のファイアウォールにおけるパケットロス率を収集し、
 前記コンピュータは、
 前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記パケットロス率を前記判定閾値と比較した結果、当該パケットロス率が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、
 該当する特定のファイアウォールの個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネックファイアウォール記載処理、を実行する、
 ことを特徴とする請求項2に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項6】前記ログ情報収集処理は、
 前記1以上のファイアウォールに関する前記パケットロス率の収集に際し、
 前記コンピュータ内に設定された管理情報ベースを用いる、
 ことを特徴とする請求項5に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項7】前記複数のネットワーク要素は、
 その1つの要素として、1以上からなる負荷分散装置を含んで構成され、
 前記ログ情報収集処理は、
 所要の前記ログ情報として、当該1以上の負荷分散装置におけるパケットロス率を収集し、
 前記コンピュータは、
 前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記パケットロス率を前記判定閾値と比較した結果、当該パケットロス率が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、
 該当する特定の負荷分散装置の個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネック負荷分散装置記載処理、を実行する、
 ことを特徴とする請求項2に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項8】前記ログ情報収集処理は、
 前記1以上の負荷分散装置から取得したパケット送受信のカウンタ数に基づいて、所要の前記パケットロス率を計算する処理を伴う、
 ことを特徴とする請求項7に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。
- 【請求項9】前記複数のネットワーク要素は、

3

その1つの要素として、1以上からなるサーバL.A.Nを含んで構成され、

前記ログ情報収集処理は、

所要の前記ログ情報として、当該1以上のサーバL.A.Nにおけるパケットロス率を収集し、

前記コンピュータは、

前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記パケットロス率を前記判定閾値と比較した結果、当該パケットロス率が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、

該当する特定のサーバL.A.Nの個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネックサーバL.A.N記載処理、を実行する。

ことを特徴とする請求項2に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。

【請求項10】前記ログ情報収集処理は、

前記1以上のサーバL.A.Nから取得したパケット送受信のカウンタ数に基づいて、所要の前記パケットロス率を計算する処理を伴う、

ことを特徴とする請求項9に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。

【請求項11】前記コンピュータは、

前記ログ情報収集処理において、前記1以上のサーバ中に前記1以上のログ情報を前記所定時間内に収集できないものが存在した場合、

そのログ情報収集不能な特定のサーバに関する前記ボトルネック判定処理を実行することなく、その特定のサーバの個体識別子を前記ボトルネックリストに追記する故障候補サーバ追記処理、を実行する、

ことを特徴とする請求項3又は4に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。

【請求項12】前記コンピュータは、

前記ボトルネックサーバ記載処理を経た後の前記ボトルネックリスト中に、指定数を超える前記特定のサーバの前記個体識別子が存在している場合に、

前記ログ情報収集処理において前記所定時間内に収集した前記単一のログ情報の平均値を算出するログ情報平均値算出処理と、

その算出した前記単一のログ情報の前記平均値を元に、前記特定のサーバの前記個体識別子を前記判定閾値との差異が大きいものから順に前記指定数だけ抽出するサーバ指定数抽出処理と、

その指定数だけ抽出した前記特定のサーバの前記個体識別子により、前記ボトルネックサーバ記載処理を経た後の前記ボトルネックリストの内容を書き換えるボトルネックリスト書き換処理と、を順次実行する、

ことを特徴とする請求項3、4又は11に記載のサイト領域内ボトルネック特定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

4

【発明の属する技術分野】本発明は、サイト領域内ボトルネック特定方法に関し、詳しくは、インターネットのエンド・トゥ・サーバ(End-to-Server)におけるサイト領域に設置された任意のコンピュータにより、当該サイト領域に存在する複数のネットワーク要素がボトルネックを構成するか否かを特定するためのサイト領域内ボトルネック特定方法に係わる。

【0002】

【従来の技術】近年、インターネットにおける性能、経済性、信頼性といったネットワーク品質に対する関心が高まり、広域ネットワークの特性を計測する手法の重要性が増してきている。

【0003】例えば、MS P(Managed Service Provider)において、映像等の大衆向け配信サービスを提供するアプリケーション、ネットワーク、サーバを対象とした品質管理サービス事業を効率良く実現するには、対象ネットワークの品質劣化監視及びその検出分析を行うことが必須となる。

【0004】このため、上記のようなサービスを提供する際に、エンドユーザからの申告等によりネットワーク品質に劣化が生じていることが判明した場合には、サービス提供者は、その劣化の要因となっている対象ネットワーク上の箇所、即ちボトルネックを早急かつ的確に特定し、これに対処することが責務であるといえる。

【0005】従来、対象ネットワーク上のエンド・トゥ・サーバにおけるボトルネックを特定する方法としては、その対象ネットワーク上に存在する全てのサーバの中で、何れのサーバがボトルネックとなっているかをリモートで逐一検査していくものが知られている。

【0006】しかし、この方法では、対象ネットワークが大規模になるにつれて、自ずと適用性が悪くなり、当該対象ネットワーク中におけるボトルネック特定箇所を総合的に判断することも困難である。

【0007】これに対し、対象ネットワーク上のエンド・トゥ・エンド(End-to-End)におけるボトルネックを特定する方法として、MI NCプロジェクト(MINC: Multicast-based Inference of Network-internal Characteristics)によるものが知られている。

【0008】このMINCプロジェクトによる方法は、マルチキャストにより、対象ネットワーク上の1つの始点から多数の終点へ向けて試験パケットを送信し、このときのエンド・トゥ・エンドの観測データからパス上の特性を得て、その対象ネットワーク中のパケットロスや遅延を推定するものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のMINCプロジェクトによる方法は、マルチキャスト適用時における木構造の特質から理論的には高い精度を持つものの、インターネットが、その広域性と管理主体の分散に起因して、その状態を直接的に管理し制御するこ

50

とが困難な対象であるため、以下に示すような問題を有している。

【 0010 】即ち、MI NC プロジェクトによる方法に用いられるマルチキャストは、現在運用されているインターネットでは実用的でないため柔軟性が低く、また、試験パケットによる片道特性の観測は、現在運用されているインターネットでは困難な場合がある。

【 0011 】以上の問題を解消するには、所要のボトルネック特定方法が、バス全体が木構造をとらないネットワークに対しても適用可能であることが条件となるが、以上のMI NC プロジェクトによる手法を木構造以外のネットワークに適用することはできず、現時点では、これを実際の I S P (Internet Service Provider) に適用することも事実上困難である。

【 0012 】即ち、現状では、インターネット上に分散した複数のネットワーク要素に生じ得るボトルネックを直接的に特定することが困難であるため、そのボトルネックを他の計測データから統計的に推定可能な新たな技術が必要とされている。

【 0013 】ここにおいて、本発明の解決すべき主要な目的は、次のとおりである。

【 0014 】即ち、本発明の第1 の目的は、サイト領域に存在する複数のネットワーク要素におけるボトルネックを効率良く特定することの可能なサイト領域内ボトルネック特定方法を提供せんとするものである。

【 0015 】本発明の第2 の目的は、サイト領域に存在する1 以上のサーバにおけるボトルネックを特に効率良く特定することの可能なサイト領域内ボトルネック特定方法を提供せんとするものである。

【 0016 】本発明の他の目的は、明細書、図面、特に特許請求の範囲の各請求項の記載から、自ずと明らかとなろう。

【 0017 】

【課題を解決するための手段】本発明方法においては、インターネットのエンド・トゥ・サーバにおけるサイト領域に設置された任意のコンピュータにおいて、各ネットワーク要素の処理能力の判定に供し得るログ情報を収集するログ情報収集処理と、各ネットワーク要素のログ情報に基づいて、当該各ネットワーク要素がボトルネックを構成するか否かをそれぞれ判定するボトルネック判定処理と、各ネットワーク要素中にボトルネックを構成する1 以上のネットワーク要素が存在した場合に、当該ネットワーク要素の個体識別子を記載してなるボトルネックリストを出力するボトルネックリスト出力処理とを順次実行する、という特徴的構成手法を詳じる。

【 0018 】さらに具体的詳細に述べると、当該課題の解決は、本発明が、以下に列挙する上位概念から下位概念に亘る新規な特徴的構成手法を採用することにより、前記目的を達成するよう為される。

【 0019 】即ち、本発明方法の第1 の特徴は、インタ

ーネットのエンド・トゥ・サーバにおけるサイト領域に設置された任意のコンピュータにより、当該サイト領域に存在する複数のネットワーク要素がボトルネックを構成するか否かを特定するためのサイト領域内ボトルネック特定方法であって、前記コンピュータにおいて、前記複数のネットワーク要素から、各ネットワーク要素の処理能力の判定に供し得るログ情報を所定時間に亘ってそれぞれ収集するログ情報収集処理と、その収集した前記各ネットワーク要素の前記ログ情報に基づいて、当該各ネットワーク要素が前記ボトルネックを構成するか否かをそれぞれ判定するボトルネック判定処理と、この判定の結果、前記各ネットワーク要素中に前記ボトルネックを構成する1 以上のネットワーク要素が存在した場合に、当該ネットワーク要素の個体識別子を記載してなるボトルネックリストを出力するボトルネックリスト出力処理とを順次実行してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【 0020 】本発明方法の第2 の特徴は、上記本発明方法の第1 の特徴における前記ボトルネック判定処理が、所要の前記ボトルネックの判定に際し、前記各ネットワーク要素毎の前記ログ情報と、前記コンピュータ内に当該ログ情報と対応して予め設定された判定閾値とを比較してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【 0021 】本発明方法の第3 の特徴は、上記本発明方法の第2 の特徴における前記複数のネットワーク要素が、その1 つの要素として、1 以上からなるサーバを含んで構成され、前記ログ情報収集処理が、所要の前記ログ情報として、当該1 以上のサーバにおける利用可能

R30 A Mメモリ 残量、N I C 使用総帯域、C P U 使用率、H D D データ読み込み速度、接続待ちクライアント数、及び秒間累積発生エラー数のうち1 以上を収集し、前記コンピュータが、前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記1 以上のログ情報中において前記ボトルネックの判定基準とすべき單一のログ情報を前記判定閾値と比較した結果、当該單一のログ情報が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、該当する特定のサーバの個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネックサーバ記載処理を実行してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【 0022 】本発明方法の第4 の特徴は、上記本発明方法の第3 の特徴における前記ログ情報収集処理が、前記1 以上のサーバに関する前記1 以上のログ情報の収集に際し、前記コンピュータ内に設定されたパフォーマンスマニタを用いてなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【 0023 】本発明方法の第5 の特徴は、上記本発明方法の第2 の特徴における前記複数のネットワーク要素が、その1 つの要素として、1 以上からなるファイアウォールを含んで構成され、前記ログ情報収集処理が、所

要の前記ログ情報として、当該1以上のファイアウォールにおけるパケットロス率を収集し、前記コンピュータが、前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記パケットロス率を前記判定閾値と比較した結果、当該パケットロス率が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、該当する特定のファイアウォールの個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネックファイアウォール記載処理を実行してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0024】本発明方法の第6の特徴は、上記本発明方法の第5の特徴における前記ログ情報収集処理が、前記1以上のファイアウォールに関する前記パケットロス率の収集に際し、前記コンピュータ内に設定された管理情報ベースを用いてなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0025】本発明方法の第7の特徴は、上記本発明方法の第2の特徴における前記複数のネットワーク要素が、その1つの要素として、1以上からなる負荷分散装置を含んで構成され、前記ログ情報収集処理が、所要の前記ログ情報として、当該1以上の負荷分散装置におけるパケットロス率を収集し、前記コンピュータが、前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記パケットロス率を前記判定閾値と比較した結果、当該パケットロス率が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、該当する特定の負荷分散装置の個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネック負荷分散装置記載処理を実行してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0026】本発明方法の第8の特徴は、上記本発明方法の第7の特徴における前記ログ情報収集処理が、前記1以上の負荷分散装置から取得したパケット送受信のカウンタ数に基づいて、所要の前記パケットロス率を計算する処理を伴ってなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0027】本発明方法の第9の特徴は、上記本発明方法の第2の特徴における前記複数のネットワーク要素が、その1つの要素として、1以上からなるサーバLANを含んで構成され、前記ログ情報収集処理が、所要の前記ログ情報として、当該1以上のサーバLANにおけるパケットロス率を収集し、前記コンピュータが、前記ボトルネック判定処理において、その収集した前記パケットロス率を前記判定閾値と比較した結果、当該パケットロス率が当該判定閾値の許容範囲外であった場合に、該当する特定のサーバLANの個体識別子を前記ボトルネックリストに記載するボトルネックサーバLAN記載処理を実行してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0028】本発明方法の第10の特徴は、上記本発明方法の第9の特徴における前記ログ情報収集処理が、前記1以上のサーバLANから取得したパケット送受信の

カウンタ数に基づいて、所要の前記パケットロス率を計算する処理を伴ってなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0029】本発明方法の第11の特徴は、上記本発明方法の第3又は第4の特徴における前記コンピュータが、前記ログ情報収集処理において、前記1以上のサーバ中に前記1以上のログ情報を前記所定時間内に収集できないものが存在した場合、そのログ情報収集不能な特定のサーバに関する前記ボトルネック判定処理を実行することなく、その特定のサーバの個体識別子を前記ボトルネックリストに追記する故障候補サーバ追記処理を実行してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0030】本発明方法の第12の特徴は、上記本発明方法の第3、第4又は第11の特徴における前記コンピュータが、前記ボトルネックサーバ記載処理を経た後の前記ボトルネックリスト中に、指定数を超える前記特定のサーバの前記個体識別子が存在している場合に、前記ログ情報収集処理において前記所定時間内に収集した前記単一のログ情報の平均値を算出するログ情報平均値算出処理と、その算出した前記単一のログ情報の前記平均値を元に、前記特定のサーバの前記個体識別子を前記判定閾値との差異が大きいものから順に前記指定数だけ抽出するサーバ指定数抽出処理と、その指定数だけ抽出した前記特定のサーバの前記個体識別子により、前記ボトルネックサーバ記載処理を経た後の前記ボトルネックリストの内容を書き換えるボトルネックリスト書き換え処理とを順次実行してなる、サイト領域内ボトルネック特定方法の構成採用にある。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につき、添付図面を参照しつつ、サイト領域に存在する複数のネットワーク要素におけるボトルネック特定を実現するための第1方法例と、同サイト領域に存在する1以上のサーバにおけるボトルネック特定を実現するための第2方法例とを順に挙げて説明する。

【0032】(第1方法例)まず初めに、図1は、本発明の第1方法例に係るサイト領域内ボトルネック特定方法に適用されるサイト領域のシステム構成を示す図であり、図2は、図1に示したサイト領域内の各ネットワーク要素から収集されるログ情報の判定閾値を規定したボトルネック閾値テーブルを示す図である。

【0033】まず、図1に示すように、本第1方法例に係るサイト領域内ボトルネック特定方法は、サイト領域に存在する複数のネットワーク要素におけるボトルネック特定を実現するための前提として、インターネット1との接続が図られたサイト領域2a内に、3つのサーバS1、S2及びS3と、2つのファイアウォールF1及びF2と、2つの負荷分担装置B1及びB2と、2つのサーバLAN(LAN: Local Area Network): P1及

UP 2 を有するシステムに適用されるものとする。
【 0034 】一方、図2に示すように、ネットワーク要素をなすサーバS1, S2 及びS3には、ログ情報判定項目として、判定閾値を100 MB/s(メガバイト/秒、上限値)としたNIC使用総帯域(NIC: Network Information Card)と、判定閾値を50%(上限値)としたCPU使用率(CPU: Central Processing Unit)とが設定されているものとする。

【 0035 】また、ネットワーク要素をなすファイアウォールF1及びF2、負荷分担装置B1及びB2、並びにサーバLAN: P1及びP2には、ログ情報判定項目として、それぞれ、判定閾値を2.0%としたパケットロス率が設定されているものとする。

【 0036 】なお、以上のログ情報判定項目及び対応する判定閾値が設定されたボトルネック閾値テーブル3aは、サイト領域2aに設置された任意のコンピュータに保持されるようになっており、同コンピュータとしては、サイト領域2a内に存在する何れかのサーバ(S1, S2又はS3)を当たり、或いは、これらサーバ(S1, S2又はS3)とは独立して、同サイト領域2a内に個別に設置することが可能である。

【 0037 】次に、図3は、本発明の第1方法例に係るサーバ領域内ボトルネック特定方法を説明するためのフローチャートである。

【 0038 】同図に示すように、この方法例に係るサーバ領域内ボトルネック特定方法は、上述したコンピュータが、まず、サーバS1, S2 及びS3におけるボトルネックの特定(ST1)と、ファイアウォールF1及びF2におけるボトルネックの特定(ST2)と、負荷分担装置B1及びB2におけるボトルネックの特定(ST3)と、サーバLAN: P1及びP2におけるボトルネックの特定(ST4)とをそれぞれ実行することにより開始される(実行順序は問わず)。

【 0039 】以上の各ボトルネックの特定に際し、コンピュータは、各ネットワーク要素の処理能力の判定に供し得るログ情報として、サーバS1, S2 及びS3からは、NIC使用総帯域及びCPU使用率を所定時間に亘って収集し、ファイアウォールF1及びF2、負荷分担装置B1及びB2、並びにサーバLAN: P1及びP2からは、パケットロス率を所定時間に亘って収集する(ログ情報収集処理)。

【 0040 】なお、コンピュータが、サーバS1, S2 及びS3からNIC使用総帯域及びCPU使用率を収集する際には、同コンピュータ内に設定されたパフォーマンスマニタ(ソフトウェア手段、図示せず)を利用することができ、ファイアウォールF1及びF2からパケットロス率を収集する際には、同コンピュータ内に設定された管理情報ベース(MIB: Management Information Base)を利用することができます。

【 0041 】また、同コンピュータが、負荷分担装置B

1及びB2並びにサーバLAN: P1及びP2からパケットロス率を収集する際には、これら各ネットワーク要素から取得したパケット送受信のカウンタ数に基づいて、所要のパケットロス率を計算するようになるとよ。

【 0042 】次に、コンピュータは、図4(a)～(d)に例示するように、各ネットワーク要素毎に得られるログ情報の観測値を、自身が保持するログ情報観測値テーブル4aに書き出し、当該ログ情報観測値と、これらに対応して予め設定されたボトルネック閾値テーブル3aにおける判定閾値とを比較して、それら各ネットワーク要素がボトルネックを構成するか否かを判定する(ボトルネック判定処理)。なお、図中に示す「○」は、該当するネットワーク要素がボトルネックを構成しないと判定されたことを意味する(後に示す「◎」は、該当するネットワーク要素がボトルネックを構成すると判定されたことを意味する。以下同じ)。

【 0043 】このとき、コンピュータは、先に収集したNIC使用総帯域及びCPU使用率のうちボトルネックの判定基準とすべき単一のログ情報(詳細は第2方法例にて述べる)を、対応する上記判定閾値と比較した結果、その単一のログ情報が判定閾値の許容範囲外であった場合に、該当するサーバの個体識別子(S1, S2又はS3)をボトルネックリスト(図示せず)に記載するようになる(ボトルネックサーバ記載処理)。

【 0044 】また、同コンピュータは、収集したパケットロス率を、対応する上記判定閾値と比較した結果、それが判定閾値の許容範囲外であった場合に、該当する特定のファイアウォールの個体識別子(F1又はF2)、負荷分担装置の個体識別子(B1又はB2)、及びサーバLANの個体識別子(P1又はP2)をボトルネックリストに記載するようになる(ボトルネックファイアウォール記載処理、ボトルネック負荷分担装置記載処理、及びボトルネックサーバLAN記載処理)。

【 0045 】次に、コンピュータは、上記ボトルネックリストが空(φ)であるか否かを判別する(ST5)。以上の例示では、全てのネットワーク要素がボトルネックを構成しないと判定されており、その結果、ボトルネックリストが空であるため(ST5; YES)、同コンピュータは、今回の観測では、特定すべきボトルネックがサイト領域2a内に全く存在しなかったものと判断する(ST6)。

【 0046 】これに対し、図5(a)～(d)に例示するように、ログ情報観測値テーブル4bに書き出された各ネットワーク要素毎のログ情報観測値のうち、サーバS2のCPU使用率とファイアウォールF1のパケットロス率とが、共に判定閾値の許容範囲外であり、これら各ネットワーク要素がボトルネックを構成すると判定された場合、コンピュータは、該当する個体識別子S2及びF1をボトルネックリストに記載する。

II

【 0047 】 そして、コンピュータは、上記ボトルネックリストが空であるか否かを判別するが、今回は、当該ボトルネックリストが空ではないため(ST5 ; NO)、ボトルネックが、サイト領域2a内のサーバS2及びファイアウォールF1に存在していると判断し、そのボトルネックリストを外部に出力する(ST7)。

【 0048 】 (第2方法例) 続いて、図6は、本発明の第2方法例に係るサイト領域内ボトルネック特定方法に適用されるサイト領域の部分システム構成を示す図であり、図7は、本発明の第2方法例に係るサーバ領域内ボトルネック特定方法を説明するためのフローチャートである。

【 0049 】 まず、図6に示すように、本第2方法例に係るサイト領域内ボトルネック特定方法は、サイト領域に存在する1以上のサーバにおけるボトルネック特定を実現するための前提として、サイト領域2b内に、5つのサーバS1, S2, S3, S4及びS5を有するシステムに適用されるものとする(ファイアウォール、負荷分担装置、及びサーバLANの数及び有無は問わない)。

【 0050 】 また、上記サーバS1, S2, S3, S4及びS5に関するログ情報判定項目としては、第1方法例における場合と同様、判定閾値を100MB/s(上限値)としたNIC使用総帯域と、判定閾値を50% (上限値)としたCPU使用率とが設定されており、これらNIC使用総帯域及びCPU使用率のうち、ボトルネックの判定基準、即ち、優先的に判定すべき単一のログ情報として、システム保守者(図示せず)により「 CPU使用率 」が選択されているものとする。

【 0051 】 そして、図7に示すように、この方法例に係るサーバ領域内ボトルネック特定方法は、サイト領域2b内のコンピュータが、まず、サーバS1, S2, S3, S4及びS5におけるログ情報を、所定時間Tに亘り間隔tでx回収集するためのタイムスライス τ ($1 \leq \tau \leq x$, $x = T/t$)に「 1 」をセットすると共に(ST11)、サーバの個体識別子を S_i ($1 \leq i \leq n$, $n = 5$)としたときのカウンタに「 1 」をセットし(ST12)、さらに、該当する S_1 のログ情報の収集(ST13)を実行することにより開始される。なお、以降の説明では、簡単のため、各サーバS1, S2, S3, S4及びS5に関するログ情報の収集回数 x を「 $x = 3$ 」とする。

【 0052 】 次に、コンピュータは、サーバS1に関するログ情報が正常に収集できたか否かを判別し(ST14)、当該ログ情報が正常に収集できている場合には(ST14 ; YES)、タイムスライス $\tau = 1$ におけるサーバS1内のボトルネックを判定する(ST15)。

【 0053 】 次に、コンピュータは、カウンタ i を「 1 」インクリメントし(ST16)、上述したタイムスライス $\tau = 1$ におけるST13以降の処理を、サーバ

50

12

S2, S3, S4及びS5についても同様に実行し(ST17 ; NO)、そのカウンタ i の値が規定値の「 5 (=n) 」を上回った時点で(ST17 ; YES)、タイムスライス τ を「 1 」インクリメントする(ST18)。

【 0054 】 そして、コンピュータは、今度は、タイムスライス $\tau = 2$ におけるST12以降の処理を、全てのサーバS1, S2, S3, S4及びS5についても同様に実行し(ST19 ; NO)、以下、この繰り返し処理を、そのタイムスライス τ の値が規定値の「 3 (=x) 」を上回るまで実行する(ST19 ; YES)。

【 0055 】 以上の処理の結果、コンピュータ内に、図8に示すようなログ情報観測値テーブル4cが得られたとする。このとき、全てのタイムスライス $\tau = 1, 2, 3$ において所要のログ情報が正常に収集できており、しかも、全てのサーバS1, S2, S3, S4及びS5に關し、判定閾値を超過したログ情報が全く存在していないため、コンピュータは、今回の観測では、特定すべきボトルネックが、何れのサーバS1, S2, S3, S4及びS5にも存在しなかったものと判断する(ボトルネックリストには何も記載しない)。

【 0056 】 これに対し、コンピュータ内に、図9に示すようなログ情報観測値テーブル4dが得られた場合、同コンピュータは、サーバS1における所要のログ情報(NIC使用総帯域及びCPU使用率)が、全てのタイムスライス $\tau = 1, 2, 3$ の何れにおいても正常に収集できなかったとして(ST20 ; NO)、該当する個体識別子S1を、自身に保持される故障候補リスト(図示せず)に記載する(ST20)。但し、この故障候補リストへの個体識別子の記載は、図7のフローチャートからも明らかなように、実際には、前述した処理の過程において(所要のログ情報を正常に収集できなかったことが判明した時点で) 隨時実行される。

【 0057 】 次に、コンピュータは、上記故障候補リストに、同一の個体識別子により特定されるサーバ(S1)が x 個(3個)あるか否かを判別するが(ST21)、図9のログ情報観測値テーブル4dによれば、サーバS1における所要のログ情報が全てのタイムスライス $\tau = 1, 2, 3$ において正常に収集されておらず、その度に上述のST20の処理が実行され、当該故障候補リストには同一のサーバ(個体識別子S1)が3個存在することになるため(ST21 ; YES)、同コンピュータは、その故障候補リストの内容(個体識別子S1)をボトルネックリストに追記する(ST22 . 故障候補サーバ追記処理)。

【 0058 】 なお、図9のログ情報観測値テーブル4dに示されるサーバS1以外の残りのサーバS2, S3, S4及びS5に関しては、判定閾値を超過したログ情報が存在していないため、コンピュータは、特定すべきボトルネックが、これら残りのサーバS2, S3, S4及

13

びS 5 には存在しなかったものと判断する(これら残りのサーバS 2 , S 3 , S 4 及びS 5 に関しては、ボトルネックリストには何も記載しない)。

【0059】次に、コンピュータは、上記故障候補リストに、同一の個体識別子により特定されるサーバがx 個存在しない場合には(ST 21 ; NO)。特定すべきボトルネックが、何れのサーバS 1 , S 2 , S 3 , S 4 及びS 5 にも存在していないとして、今度は、ボトルネックリストに、k 個を超えるサーバ(個体識別子)があるか否かを判別する(ST 23)。

【0060】なお、以上に示す「k」なる値は、システム保守者により指定される数(指定数)であり、上記ボトルネックリスト中に、仮にこの指定数を超えるサーバ(個体識別子)が存在している場合に、障害が重度に及んでいるボトルネックのみを最終的なボトルネックリストへ出力させて、軽度のボトルネックに関する不要な力を排除するためのものである。なお、以降の説明では、簡単のため、この指定数k を「k =3」とする。

【0061】ここで、システム保守者によりボトルネックの判定基準として事前に選択された「CPU 使用率」に基づき、サーバS 1 , S 2 , S 3 及びS 4 がボトルネックと判定され、それらの個体識別子S 1 , S 2 , S 3 及びS 4 がボトルネックリストに記載されているものとする。

【0062】そして、これに伴い、コンピュータ内に、図10に示すようなログ情報観測値テーブル4e が得られており、サーバS 1 , S 2 及びS 3 に関するCPU 使用率が、全てのタイムスライス $\tau = 1, 2, 3$ において判定閾値を超過し、かつ、サーバS 4 に関するCPU 使用率が、タイムスライス $\tau = 3$ において判定閾値を超過しているものとする(超過項目を下線により示す。以下同じ)。

【0063】このとき、コンピュータは、ボトルネックリストにk 個(3 個)を超える4 個のサーバの個体識別子S 1 , S 2 , S 3 及びS 4 が存在するとして(ST 23 ; YES)、そのボトルネックリストに記載のサーバS 1 , S 2 , S 3 及びS 4 に関する各ログ情報、即ち、各CPU 使用率の平均値を算出する(ST 24. ログ情報平均値算出処理)。

【0064】この結果、コンピュータは、図11に示すような新たなログ情報観測値テーブル4fを得て、これら各CPU 使用率(各ログ情報)の平均値を元に、各サーバの個体識別子S 1 , S 2 , S 3 及びS 4 を判定閾値(50 %)との差異が大きい順にソートし(S 2 (=90) > S 1 (=70) > S 3 (=60) > S 4 (=40))、上位3 個(k 個)のサーバに関する個体識別子、即ち、S 2 , S 1 及びS 3 を抽出する(ST 25. サーバ指定数抽出処理)。

【0065】なお、図10のログ情報観測値テーブル4e に示される全てのサーバS 1 , S 2 , S 3 , S 4 及び

14

S 5 には、NIC 使用総帯域に関して判定閾値を超過したログ情報が存在していないため、コンピュータは、同NIC 使用総帯域につき特定すべきボトルネックが、何れのサーバS 1 , S 2 , S 3 , S 4 及びS 5 にも存在しなかったものと判断する(ボトルネックリストには何も記載しない)。

【0066】そして以下、コンピュータは、上述したST 25 の処理で抽出した上位3 個のサーバに関する個体識別子S 2 , S 1 及びS 3 を、最終的なボトルネックリストに出力すると共に、前述したST 20 ~ ST 22 の処理において、ボトルネックリストに故障候補リストの内容が追記された場合には、その内容により示されるサーバの個体識別子(図9の例では「S 1」)を、故障のサーバを示すものとして、最終的なボトルネックリストに出力する(ST 26)。

【0067】これに対し、コンピュータ内に、図12に示すようなログ情報観測値テーブル4g が得られており、サーバS 1 に関するCPU 使用率のみが、タイムスライス $\tau = 3$ において判定閾値を超過している場合、同20 コンピュータは、ボトルネックリストに、k 個(3 個)を超えない1 個のサーバの個体識別子S 1 のみが存在するとして(ST 23 ; NO)、上述したST 24 及びST 25 の処理を実行することなく、該当する個体識別子S 1 を、ボトルネックを構成するサーバとして、最終的なボトルネックリストに出力する。

【0068】なお、以上の第2 方法例の説明では、サーバS 1 , S 2 , S 3 , S 4 及びS 5 に関するログ情報判定項目として、NIC 使用総帯域及びCPU 使用率を挙げたが、この他にも、例えば、利用可能RAMメモリ残量(RAM: Random Access Memory)、HDDデータ読み込み速度(HDD: Hard Disk Drive)、接続待ちクライアント数、秒間累積発生エラー数などを併せて適用することが可能であり、これら各ログ情報判定項目は、何れも、コンピュータ内に設定された前述のパフォーマンスマニタにより収集することが可能である。

【0069】最後に、以上の第2 方法例で説明したサーバ内ボトルネック判定処理(図7のフローチャートにおけるST 15 の処理)につき、上述した多数のログ情報判定項目を適用した場合の具体例を挙げて説明する。

【0070】図13は、図6に示したサイト領域2b 内の各サーバS 1 , S 2 , S 3 , S 4 及びS 5 から収集される各種ログ情報の判定閾値を規定したボトルネック閾値テーブルを示す図であり、図14は、図7に示したサーバ内ボトルネック判定処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【0071】まず、図13に示すように、コンピュータ内に設定されたボトルネック閾値テーブル3b には、サイト領域2b 内の各サーバS 1 , S 2 , S 3 , S 4 及びS 5 のログ情報判定項目として、判定閾値を100 MB(下限値)とした利用可能RAMメモリ残量と、判定閾

50

15

値を10 MB/s(上限値)としたNIC使用総帯域と、判定閾値を50%(上限値)としたCPU使用率と、判定閾値を50 MB/s(上限値)としたHDDデータ読み込み速度と、判定閾値を1(上限値)とした接続待ちクライアント数と、判定閾値を1個/s(上限値)とした秒間累積発生エラー数とが設定されているものとする。

【0072】また、サーバS1に関するログ情報として、利用可能RAMメモリ残量: 200 MB、NIC使用総帯域: 5 MB/s、CPU使用率: 30%、HDDデータ読み込み速度: 30 MB/s、接続待ちクライアント数: 0、秒間累積発生エラー数: 0個/sがそれぞれ収集され、サーバS2に関するログ情報として、利用可能RAMメモリ残量: 50 MB、NIC使用総帯域: 5 MB/s、CPU使用率: 30%、HDDデータ読み込み速度: 30 MB/s、接続待ちクライアント数: 0、秒間累積発生エラー数: 0個/sがそれぞれ収集されたものとする。

【0073】ここで、まず、サーバS1のログ情報に基づくサーバ内ボトルネック判定処理に際しては、図14に示すように、利用可能RAMメモリ残量が閾値未満(ST31; NO)であり、NIC使用総帯域が閾値以上(ST32; NO)であり、CPU使用率が閾値以上(ST33; NO)であり、HDDデータ読み込み速度が閾値以上(ST34; NO)であり、接続待ちクライアント数が閾値以上(ST35; NO)であり、秒間累積発生エラー数が閾値以上(ST36; NO)であるため、コンピュータは、ボトルネックリストにサーバS1(個体識別子)を記載しない(ST37)。

【0074】これに対し、サーバS2のログ情報に基づくサーバ内ボトルネック判定処理に際しては、同図に示すように、利用可能RAMメモリ残量が閾値以上(ST31; YES)であるため(図13参照)、コンピュータは、ボトルネックリストにサーバS2(個体識別子)を記載するようにする(ST38)。

【0075】以上、本発明の実施の形態につき、第1及び第2方法例を挙げて説明したが、本発明は、必ずしも上述した手法にのみ限定されるものではなく、本発明にいう目的を達成し、後述の効果を有する範囲において、適宜、変更実施することが可能なものである。

【0076】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、サイト領域に存在する複数のネットワーク要素の性能低下や障害などの故障を、観測値を元にいち早く把握するようにしたことから、それら複数のネットワーク要素におけるボトルネック、特に、1以上のサーバにおけるボトルネックを、極めて効率良く特定することが

16

可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1方法例に係るサイト領域内ボトルネック特定方法に適用されるサイト領域のシステム構成を示す図である。

【図2】図1に示したサイト領域内の各ネットワーク要素から収集されるログ情報の判定閾値を規定したボトルネック閾値テーブルを示す図である。

【図3】本発明の第1方法例に係るサーバ領域内ボトルネック特定方法を説明するためのフローチャートである。

【図4】本発明の第1方法例において適用されるログ情報観測値テーブルの一例を示す図である。

【図5】本発明の第1方法例において適用されるログ情報観測値テーブルの他の例を示す図である。

【図6】本発明の第2方法例に係るサイト領域内ボトルネック特定方法に適用されるサイト領域の部分システム構成を示す図である。

【図7】本発明の第2方法例に係るサーバ領域内ボトルネック特定方法を説明するためのフローチャートである。

【図8】本発明の第2方法例において適用されるログ情報観測値テーブルの一例を示す図である。

【図9】本発明の第2方法例において適用されるログ情報観測値テーブルの他の例を示す図である。

【図10】本発明の第2方法例において適用されるログ情報観測値テーブルのさらに他の例を示す図である。

【図11】図10に示したログ情報観測値テーブルからログ情報の平均値を算出して得た新たなログ情報観測値テーブルを示す図である。

【図12】本発明の第2方法例において適用されるログ情報観測値テーブルのさらにまた他の例を示す図である。

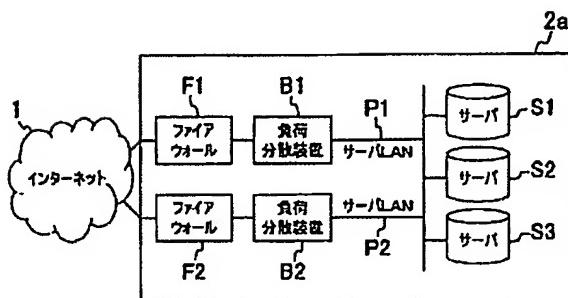
【図13】図6に示したサイト領域内の各サーバ収集される各種ログ情報の判定閾値を規定したボトルネック閾値テーブルを示す図である。

【図14】図7に示したサーバ内ボトルネック判定処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

- 40 1 … インターネット
- 2 a , 2 b … サイト領域
- 3 a , 3 b … ボトルネック閾値テーブル
- 4 a ~4 g … ログ情報観測値テーブル
- S1 ~S5 … サーバ
- F1 , F2 … ファイアウォール
- B1 , B2 … 負荷分散装置
- P1 , P2 … サーバLAN

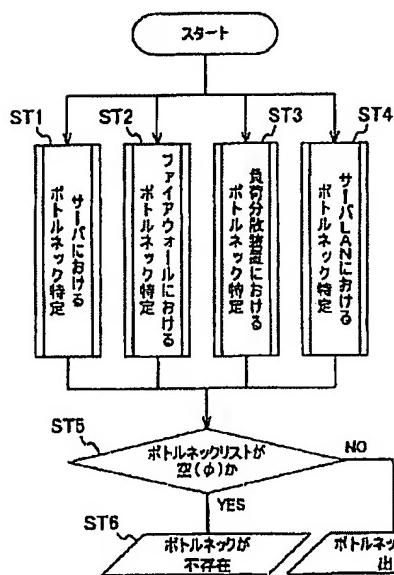
【 図1 】



【 図2 】

ネットワーク要条	ログ情報判定項目	判定閾値
サーバ	NIC使用率帯域	100MB/s
	CPU使用率	50%
ファイアウォール	パケットロス率	2.0%
負荷分散装置	パケットロス率	2.0%
サーバLAN	パケットロス率	2.0%

【 図3 】



【 図4 】

サーバ	S1		S2		S3	
	NIC	CPU	NIC	CPU	NIC	CPU
報酬値	80MB/s	30%	50MB/s	20%	70MB/s	30%

ボトルネック判定 (Bottleneck detection):

O	O	O	O	O	O	O
---	---	---	---	---	---	---

サーバ	S1		S2		S3	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
報酬値	1.0%	0.5%				

ボトルネック判定 (Bottleneck detection):

O	O
---	---

負荷分散装置	B1		B2	
	B1	B2	B1	B2
報酬値	0.2%	0.1%		

ボトルネック判定 (Bottleneck detection):

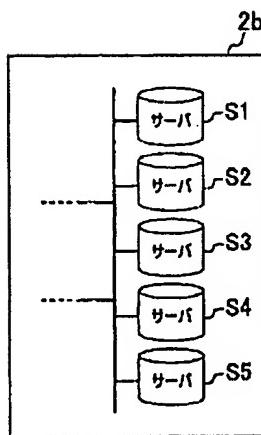
O	O
---	---

サイト内LAN	P1		P2	
	P1	P2	P1	P2
報酬値	0.1%	0.0%		

ボトルネック判定 (Bottleneck detection):

O	O
---	---

【 図6 】



【 図8 】

	S1		S2		S3		S4		S5	
	NIC	CPU								
t=1	30	15	70	40	50	15	80	40	80	45
t=2	50	20	75	30	45	5	80	45	80	45
t=3	10	10	60	50	55	25	80	35	70	45

(NIC使用率帯域: MB/s, CPU使用率: %)

【 図11 】

CPU使用率	S1		S2		S3		S4	
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
t=1	85	80	60	25				
t=2	70	85	50	40				
t=3	75	85	60	55				
平均値	70	80	60	40				

(CPU使用率: %)

【 図5 】

(a)

サーバ 駆動値	S1		S2		S3	
	NIC	CPU	NIC	CPU	NIC	CPU
80MB/s	30%	90MB/s	60%	70MB/s	30%	
ボトルネック判定	○	○	○	●	○	○

(b)

ファイアウォール 駆動値	F1	F2
	30%	0.5%
ボトルネック判定	○	○

(c)

負荷分散装置 駆動値	B1	B2
	0.2%	0.1%
ボトルネック判定	○	○

(d)

サイト内LAN 駆動値	P1	P2
	0.1%	0.0%
ボトルネック判定	○	○

【 図9 】

4d

	S1		S2		S3		S4		S5	
	NIC	CPU								
$r=1$	x	x	70	40	50	15	90	40	80	45
$r=2$	x	x	75	30	45	5	90	45	90	45
$r=3$	x	x	60	50	55	25	90	35	70	45

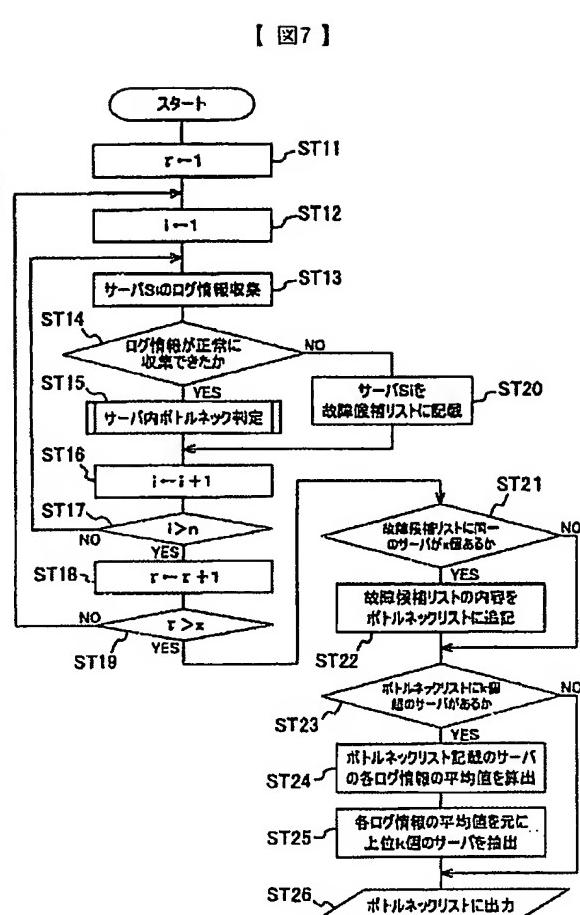
(NIC使用駆動値:MB/s, CPU使用率:%)

【 図12 】

4g

	S1		S2		S3		S4		S5	
	NIC	CPU								
$r=1$	80	85	85	45	60	20	50	25	60	30
$r=2$	80	70	90	40	75	30	55	40	60	30
$r=3$	85	75	90	35	70	20	65	20	50	20
判定	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
判定閾値	100	50	100	100	50	100	50	100	50	100

(NIC使用駆動値:MB/s, CPU使用率:%)



【 図10 】

4e

	S1		S2		S3		S4		S5	
	NIC	CPU								
$r=1$	80	85	85	90	60	80	50	25	80	30
$r=2$	80	70	80	95	75	60	55	40	60	30
$r=3$	85	75	80	85	70	60	65	55	50	20
判定	○	●	○	●	○	●	○	●	○	○
判定閾値	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50

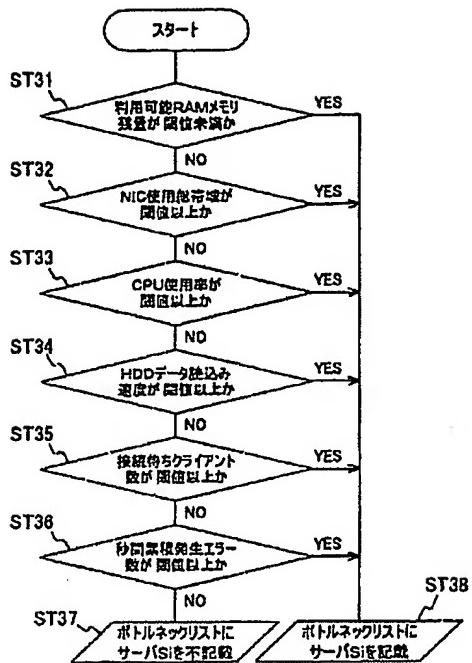
(NIC使用駆動値:MB/s, CPU使用率:%)

【 図13 】

3b

ログ情報判定項目	判定閾値	サーバS1	サーバS2
利用可能RAMメモリ残量	100MB	200MB	50MB
NIC使用駆動値	10MB/s	5MB/s	5MB/s
CPU使用率	50%	30%	30%
HDDデータ読み込み速度	50MB/s	30MB/s	30MB/s
接続待ちクライアント数	1	0	0
秒間累積発生エラー数	1回/s	0回/s	0回/s

【 図14 】



フロントページの続き

(72)発明者 川村 宜伯	F ターム (参考)	5B042 GA12 HH20 MC28 MC40
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日		5B085 AC11 AC14 BA06 BG02
本電信電話株式会社内		5B089 CB02 HA10 KA12 MC03 MC16
(72)発明者 能上 慎也		5K030 HA08 HC13 MB05 MB09 MC07
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日		MC08
本電信電話株式会社内		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.